PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

2001-158698

(43) Date of publication of application: 12.06.2001

(51)Int.Cl.

C30B 29/38 H01L 21/205 H01L 33/00 H01S 5/343

(21)Application number: 11-341637

(71)Applicant: SONY CORP

(22)Date of filing:

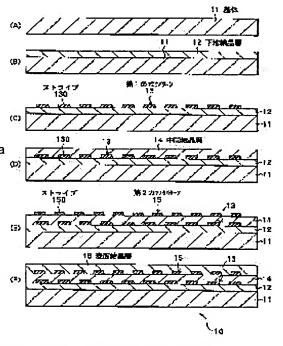
01.12.1999

(72)Inventor: MORITA ETSUO

(54) METHOD FOR PRODUCING CRYSTAL OF NITRIDE-BASED III-V COMPOUND, CRYSTAL SUBSTRATE OF NITRIDE-BASED III-V COMPOUND, FILM OF NITRIDE-BASED III-V COMPOUND AND METHOD FOR PRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a crystal substrate and a crystal film of a simply producible nitride-based III-V compound having no through dislocation, to provide a method for producing the crystal substrate and the crystal film and to provide a method for producing a device using the method. SOLUTION: A nitride-based III-V compound such as GaN, etc., is grown on the surface of a substrate 11 by a MOCAD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition method), etc., to form a ground crystal layer 12. A first mask pattern 13 of SiO2, etc., is formed on the surface of the ground crystal layer. GaN or the like is further grown on a face of the surface of the ground crystal layer not coated with the first mask pattern to form an intermediate crystal layer 14. A second mask pattern 15 of SiO2, etc., is formed on the surface of the intermediate crystal layer. GaN or the like is further grown on a face of the surface of the intermediate crystal layer not coated with the second mask pattern



to form a surface crystal layer 16. The first and the second making patterns are stripes arranged at fixed intervals. The arrangement periods are mutually different. The stripes are partially superimposed in the thickness direction of the crystal layer and partially not superimposed.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

20.02.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(16) 日本国体群庁 (JP)

公報 (A) 盂 公開特 (12)

存開2001-158698 (P2001-158698A) (11)特許出題公開番号

平成13年6月12日(2001.6.12) (43)公開日

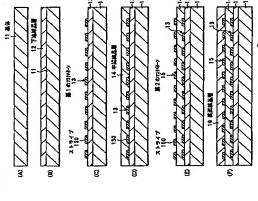
(51) IntCl.		各型的	FI		デーヤン・ド (参
C30B	29/38		C30B	29/38	D 4G07
H01L	21/205		H01L 21/205	21/205	5 F O 4
	33/00			33/00	C 5F04
H01S 5/343	5/343		H01S	5/343	5 F 0 7

(全13月) 0 審査請求 末請求 請求項の数24

(71) 出頭人 000002185	ソニー株式会社	東京都品川区北岛川6丁目7番35号		東京都岛川区北岛川6丁目7월35号	一株式会社内	(74)代理人 100098785	井理士 顯島 洋一郎		元林 瓦
(71) 田國)			(72) 発明者			(74)代理)			
特國平11-341637		平成11年12月1日(1999,12.1)							
(21) 出願番号		(22)出版日							

窒化物系111-V技化合物の結晶製造方法、窒化物系111-V技化合物結晶基板、窒化物系 IIIーV族化合物膜およびデバイスの製造方法 (54) [発明の名称]

けて配列されたストライプであって、その配列周期が互 【課題手段】基体11表面に、GaN等の窒化物系11 I -V族化合物をMOCVD法等で成長させて下地結晶 パターン13を形成する。下地結晶層表面の第1のマス クパターンに関われていない面には、GaN等をおらに 成長させて中間結晶層14を形成し、その表面には、S 結晶層表面の第2のマスクパターンに覆わていない面に は、GaN等をさらに成長させて表面結晶層16を形成 する。第1及び第2のマスクパターンは、一定間隔を開 【課題】製造が簡単で貫通転位の無い窒化物系111i O2 等の第2のマスクパターン15を形成する。中間 層12を形成し、その表面にSiOt等の第1のマスク V族化合物の結晶基板及び結晶膜、それらの製造方法、 いに異なり、一部では結晶層の厚さ方向に重なり合い、 及びそれらを用いたデバイスの製造方法の提供。



[特許請求の範囲]

請求項1】 基体の表面に、窒化物系111-V族化 合物の結晶を所定の厚さに成長させる成長工程を含む窒 と物系 I I I - V 族化合物の結晶製造方法であって、 前記成長工程において、

前記結晶の厚さ方向における互いに異なる箇所に、複数 のパターンを形成するようにし、 前記複数のパターンを、少なくとも一部では前記厚さ方 向に互いに重なり合わないようにしたことを特徴とする 向に互いに重なり合い、少なくとも一部では前記厚さ方 窯化物系ⅠⅠⅠ→Ⅴ族化合物の結晶製造方法。

ന വ

構成部分により形成するようにしたことを特徴とする計 求項1記載の窒化物系111-V族化合物の結晶製造方 【請求項2】 前記複数のパターンを、いずれも、前記 基体の表面とほぼ平行な面内における一方向に配列した

【請求項3】 前記複数のパターンのうち、一つのパタ ーンの構成部分の配列周期と、別のパターンの構成部分 の配列周期とが異なるようにしたことを特徴とする請求 項2記載の窒化物系111-V族化合物の結晶製造方

7

【請求項4】 前記一つのパターン構成部分の配列周期 をp1 とし、別のパターンの構成部分の配列周期をp2 とすると、

0. 1 μm<p1 ×p2 / | p2 - p1 | <5000 μ

の関係が成立するようにしたことを特徴とする請求項3 記載の変化物系III-V族化合物の結晶製造方法。

战瓦尼税人

[請求項5] 前記複数のパターンのうち、少なくとも 一つのパターンが、複数の配列周期を有するようにした ことを特徴とする請求項2記載の窒化物系111-V族 化合物の結晶製造方法。

30

るか、または、構成部分の配列方向の長さを複数有する [請求項6] 前記複数のパターンのうち、少なくとも ようにしたことを特徴とする請求項2記載の窓化物系1 **一つのパターンが、隣接する構成部分の問隔を複数有す** I I −V 族化合物の結晶製造方法。

を特徴とする請求項1記載の窒化物系111-V族化合 [請求項7] 前記複数のパターンのそれぞれにおける 前記構成部分を、ストライプ形状とするようにしたこと 物の結晶製造方法。

40

【請求項8】 前記複数パターンを、いずれも、前記基 体の表面とほぼ平行な面内における2方向に配列した構 成部分により形成するようにしたことを特徴とする請求 項1記載の窒化物系111-V族化合物の結晶製造方

【請求項9】 前記複数のパターンが前記厚さ方向に互 前記2方向のうちの一方向に併存させるようにしたこと いに重なり合う領域と互いに重なり合わない領域とを、

特限2001-158698

8

物の結晶製造方法。

を、前記2方向のいずれにおいても併存させるようにし たことを特徴とする請求項8記載の窒化物系III-V 前記複数のパターンが前記厚さ方向に 互いに重なり合う領域と互いに重なり合わない領域と 族化合物の結晶製造方法。 [請水項10]

前記基体上に、直接、または所定の下地層を介して、第 【請求項11】 前記成長工程は、

前記第1のパターンが形成された前記基体または前記下 地層の表面に、前記結晶の一部である中間層を形成する 1のパターンを形成する第1のパターン形成工程と、 第1の成長工程と、 10

前記第1の成長工程により形成された前記中間層の表面 に第2のパターンを形成する第2のパターン形成工程 前記第2のパターンが形成された前記中間層の表面に前 記結晶の一部である表面層を形成する第2の成長工程と を含むことを特徴とする請求項1記載の窓化物系111 →V 族化合物の結晶製造方法。

【請求項12】 前記第1のパターンおよび第2のパタ ーンの少なくとも一方をマスク材料により形成するよう にしたことを特徴とする請求項11記載の盗化物系11 [- V 族化合物の結晶製造方法。 20

【請求項13】 前記マスク材料は、酸素(0)と窒素 とを含むことを特徴とする請求項12記載の窒化物 (N) からなる群の少なくとも一つと、シリコン(S ※111-V族化合物の結晶製造方法。

【請求項14】 前記基体を、サファイア (A1

2 O2)、シリコン (Si)、 以化珪素 (SiC)、 社 化ガリウム (GaAs)、マグネシウム・アルミニウム 複合酸化物 (MgA12 O1)、リチウム・ガリウム複 N)のいずれかを含むように構成するようにしたことを **特徴とする諸求項11記載の窒化物系ⅠⅠⅠ−V族化合** 合酸化物 (LiGaO2) および窒化ガリウム (Ga 物の結晶製造方法。

【請求項15】 前記下地層を、前記結晶基板上に変化 幼系ⅠⅠⅠ-V族化合物を結晶成長させることにより形 成するようにしたことを特徴とする請求項11記載の窒 化物系IIIーV族化合物の結晶製造方法。

【請求項16】 前記第1のパターン形成工程では、前 記下地層の表面にマスク材料を選択的に形成することに よって前記第1のパターンを形成するようにし、 前記第1のパターン形成工程と前記第1の成長工程の間

前記第1のパターンをマスクとして前記下地屋をエッチ ングする工程を含むようにしたことを特徴とする請求項 15記載の窒化物系111-V族化合物の結晶製造方 【請求項17】 前記第2のパターン形成工程では、前

20

を特徴とする請求項8記載の窒化物系111-V族化合

一部では重なり合わない。

特別2001-158698

記第1の成長工程により形成された前記中間層上にマス ク材料を選択的に形成することによって前記第2のパタ ーンを形成するようにし、

前記第2のパターン形成工程と前記第2の成長工程の間

前記第2のパターンをマスクとして前記中間届をエッチ

ングする工程と

むようにしたことを特徴とする請求項15記載の窒化物 前記第2のパターンのマスク材料を除去する工程とを含

系 I I I - V 族化合物の結晶製造方法。

前記基体の表面または前記下地層の表面に凹部を形成す ることによって前記第1のパターンを形成するようにし たことを特徴とする請求項11記載の窒化物系111 【請求項18】 前記第1のパターン形成工程では、 V族化合物の結晶製造方法。

するようにしたことを特徴とする請求項11記載の窒化 前記第1の成長工程により形成された前記中間層の表面 **に回部を形成することにより前記第2のパターンを形成** 【請求項19】 前記第2のパターン形成工程では、 物系III-V族化合物の結晶製造方法。

前記結晶から、少なくとも前記基体を分離する工程を含 むことを特徴とする請求項11記載の窒化物系111ー V核化合物の結晶製造方法。 [請求項20] さらに、

に互いに重なり合い、少なくとも一部では前記厚さ方向 前記複数のパターンが少なくとも一部では前記厚さ方向 に互いに重なり合わないよう構成されたことを特徴とす 【請求項21】 窒化物系III-V族化合物の結晶基 板であって、その厚さ方向における互いに異なる箇所に 複数のパターンが形成された結晶基板において、

30

【請求項22】 窒化物系111−V族化合物の結晶膜 であって、その厚さ方向における互いに異なる箇所に複 数のパターンが形成された結晶基板において、

る 盆化物系 I I I −V 族化合物の結晶基板。

前記複数のパターンが少なくとも一部では前記厚さ方向 に互いに重なり合い、少なくとも一部では前記厚さ方向 に互いに重なり合わないよう構成されたことを特徴とす る窒化物系 1 1 1 − V 族化合物の結晶膜。 [請求項23] 結晶基板または結晶膜の表面に所定の 素子膜を形成することによりデバイスを製造する方法で

40

基体の接面に、窒化物系 I I I -V 族化合物の結晶を所 定の厚さに成長させることにより、前記結晶基板または 前記結晶基板または前記結晶膜の上に前記所定の案子膜 を形成する素子膜形成工程とを含み 前記結晶膜を形成する成長工程と

前記結晶の厚き方向における互いに異なる箇所に、複数 のパターンを形成するようにし、

前記成長工程において、

前記複数のパターンを、少なくとも一部では前記厚さ方 向に互いに重なり合い、少なくとも一部では前記厚さ方 向に互いに重なり合わないようにしたことを特徴とする デバイスの製造方法。

【請求項24】 さらに、

前記結晶基板または前記結晶膜から前記基体を分離する 工程を含むことを特徴とする請求項23記載のデバイス の製造方法。

【発明の詳細な説明】

[0001] 2

ザ素子などのデバイスの製造方法、このデバイスの製造 方法に用いられる窒化物系 1 1 1 - V 族化合物結晶基板 および窒化物系III-V族化合物結晶膜、およびこれ らを製造するための窒化物系 I I I -V 族化合物の結晶 【発明の属する技術分野】本発明は、例えば半導体レー 製造方法に関する。

【従来の技術】一般に、例えば半導体レーザ素子や発光 例えばGaN(窒化ガリウム)などのいわゆる窒化物系 IIII─V族化合物からなる結晶基板または結晶膜の表 面に半導体膜などを積層形成している。このような製造 工程で用いられる結晶基板または結晶膜を得るためには **盆化物系ⅠⅠⅠ−V族化合物のパルク結晶を形成するこ** とが望ましいが、窒化物系IIIーV族化合物のバルク O3 (サファイア) 数の基体の上に盆化物※111-V **族化合物の結晶をエピタキシャル成長させるという方法** 結晶は製造が困難であるため、実際には、例えばA12 ダイオード(LED)などのデバイスの製造工程では、 が用いられている。

その上に形成される結晶の結晶構造の違いや、それらの その表面にまで達する。その結果、得られる結晶基板ま **【発明が解決しようとする課題】しかしながら、基体と** 相互作用の弱さのため、界面から転位が発生し易い。こ のような転位は結晶の成長方向に延び、結晶を貫通して [0003]

し、このマスクパターンを介して下地層の表面にGaN よれば、転位の成長がマスクパターンによって阻まれる ため、結晶を貫通してその表面にまで達する転位(いわ ゆる、貫通転位)の数が減少する。しかしながら、この た転位がそのまま結晶を質通してしまうことから、結晶 【0004】この問題を解決するため、特別平10-3 にGaNからなる下地層を形成し、その下地層の表面に SiO2 (二酸化珪素) からなるマスクパターンを形成 の結晶を成長させる方法が提案されている。この方法に 方法では、マスクパターンの隅口部分を通過して成長し **基板または結晶膜の欠陥の数を十分低減することができ** 12971号公報では、A12 O3からなる基体の表面 たは結晶膜には欠陥が多いという問題があった。

【0005】そこで、同公報には、マスクバターンを結 20

スクパターンとが結晶の厚さ方向に重なり合うように正 確に位置合わせする必要があり、作業が困難になるとい **品の耳さ方向に二重に形成し、一方のマスクパターンの 開口部を通過した転位をもう一方のマスクパターンで譜** るようにした方法が開示されている。しかしながら、こ の方法では、一方のマスクパターンの関口部と他方のマ

de Semicond. Res. 4S1, G4.9 (1999) では、「Pen 可能性があり、後者ではマスクパターンの上に新たな転 数の基体上に形成されたGaNなどの下地層の表面に凹 方向に結晶を再成長させると共に、種結晶表面からの結 deo-Epitaxy」という横方向成長を利用した 質通転位防止方法が提案されている。前者では、種結晶 となるGaN結晶にエッチングにより溝を形成し、その 溝の側面から横方向に結晶を再成長させるようにしてい パターンを形成してエッチングを行い、 隣の闽西から横 しかしながら、前者では種結晶の表面から転位が伸びる [0006] また、第46回応用物理学関係連合構復会 部を加工し、その下地層の表面にGaN結晶を再成長さ せる方法が開示されている。この方法によれば、下地層 の四部において転位の成長の方向が変化するため、結晶 ら、この方法では、下地層の凹部以外の部分を通過して 成及した転位は結晶を貫通してしまうため、貫通転位の Res. 451, G3.38 (1999) およびMRS Internet J. Nitri る。後者では、種結晶となるGaN結晶の表面にマスク 位が発生する可能性があるため、貫通転位を十分に防止 【0007】また、MRS Internet J.Nitride Semicond. 1999年春謀演予稿集の第416頁には、A12 O3 晶成長をマスクパターンにより抑えるようにしている。 数を十分減少させることができないという問題がある。 を貫通する転位の数はある程度減少する。しかしなが することができないという問題点がある。

い窒化物系III-V族化合物結晶基板および窒化物系 IIIーV族化合物結晶膜膜、それらを製造するための 室化物系111-V族化合物の結晶成長方法、およびそ 【0008】本発明は、かかる問題点に盤みてなされた もので、その目的は、製造が簡単でから質通転位の少な れらを用いたデバイスの製造方法を提供することにあ

[0000]

11-V 族化合物の結晶製造方法は、基体の表面に窒化 物系III-V 族化合物の結晶を所定の厚さに成長させ る成長工程を含み、成長工程において、結晶の厚き方向 における互いに異なる箇所に複数のパターンを形成する ようにし、複数のパターンを少なくとも一部では厚さ方 向に互いに重なり合い、少なくとも一部では厚さ方向に 【課題を解決するための手段】本発明による窒化物系1 互いに重なり合わないようにしたものである。

化合物結晶基板は、その厚さ方向における互いに異なる 【0010】また、本発明による窒化物系111-V族

20

重なり合い、少なくとも一部では厚さ方向に互いに重な 複数のパターンが少なくとも一部では厚さ方向に互いに 位所に複数のパターンが形成された結晶基板であって、 り合わないよう構成されたものである。 【0011】また、本発明による窒化物系111-V族 化合物結晶膜は、その厚さ方向における互いに異なる箇 所に複数のパターンが形成された結晶膜であって、複数 り合い、少なくとも一部では厚き方向に互いに重なり合 のパターンが少なくとも一部では厚さ方向に互いに重な わないよう構成されたものである。 9

は、基体の表面に窒化物系111-V族化合物の結晶を 所定の厚さに成長させることにより結晶基板または結晶 版を形成する成長工程と、結晶基板または結晶膜の上に 工程において、結晶の厚さ方向における互いに異なる協 所定の素子膜を形成する素子膜形成工程とを含み、成長 い、少なくとも一部では厚さ方向に互いに重なり合わな 所に複数のパターンを形成するようにし、複数のパター 【0012】また、本発明によるデバイスの製造方法 ンを、少なくとも一部では厚さ方向に互いに重なり合 いようにしたものである。

板、窒化物系 I I I - V 族化合物結晶膜およびデバイス 製造方法では、複数のパターンが厚さ方向に互いに重な り合わない領域において、転位の成長が確実に阻止され る。また、パターンが重なり合う領域と重なり合わない 領域とが混在しているため、パターン同士を正確に位置 決めしなくても、複数のパターンが厚さ方向に互いに重 なり合わない領域(すなわち、転位の成長が確実に阻止 【0013】本発明による窒化物系III-V族化合物 の結晶製造方法、窒化物系111-V族化合物基結晶 される領域)が生じる。

[発明の実施の形態]以下、本発明の実施の形態につい て図面を参照して詳細に説明する。 [0014]

[0015] [第1の実施の形態] 図1は、本発明の第 1の実施の形態に係る室化物系 1 1 1 - V 族化合物の結 品製造方法を表す工程毎の断面図である。この結晶製造 方法は、例えば半導体レーザ森子や発光ダイオード (L ED)を形成するための窒化物※111-V族化合物の 結晶基板を製造するものである。ここでは、窒化物系1 II-V族化合物としてGaN (窒化ガリウム)の結晶

[0016] 図1 (A) に示したように、窒化物系1I I -V 族化合物であるG a Nと格子定扱および熱膨張係 **なが近い例えばA12 O3 (サファイア) からなる基体** O3 の他に、Si (珪素)、SiC (以化珪素)、Ga As (砒化ガリウム)、MgA12 O1 (マグネシウム ・アルミニウム複合酸化物)、LiGaO2 (リチウム ・ガリウム複合酸化物)およびGaNを用いることがで 11を用いる。なお、基体11の材料としては、A12 を形成するものとする。

2 (酸化珪素) またはS i3 N4 (窒化珪素) からなる 【0018】続いて、図1 (C) に示したように、下地 膜を形成したのち、例えばフォトリングラフィー法およ びドライエッチング法によりパターニングし、第1のマ は9 μmである。なお、第1のマスクパターン13のス 3は、4μmの間隔を開けて配列された幅5μmの多数 の平行なストライプ130を有している。ストライプ1 スクパターン13を形成する。第1のマスクパターン1 30の配列周期(ストライプの幅と間隔を合わせた値) トライプ130の厚さは、例えば0.2μmである。 結晶層12の表面に例えばスパッタ法によりSiO

10

MOCVD法などを用いて、下地結晶層12の表面にG 【0019】次に、図1 (D) に示したように、例えば a Nの結晶層を成長させることにより、中間結晶層14 第1のマスクパターン13のストライプ130によって 覆われていない面からGaNの結晶を成長させ、第1の 【0020】続いて、図1(E)に示したように、中間 を形成する。すなわち、下地結晶層12の表面において マスクパターン13を完全に覆う厚さにまで成長させ る。中間結晶層14の厚さは例えば8 m である。

オトリソグラフィー法およびドライエッチング法により またはSi3 Ntからなる膜を形成したのち、例えばフ 5を形成する。第2のマスクパターン15は、第1のマ スクパターンと同一の方向に4 m m間隔で配列された幅 4 mmの多数のストライプ150を含むものである。ス パターニングすることにより、第2のマスクパターン1 結晶層14の表面に、例えばスパッタ法によりSiO2 トライプ150の配列周期は8μmである。

て第2のマスクパターン15のストライプ150によっ のマスクパターン15を完全に覆う厚さにまで成長させ 【0021】次に、図1 (F) に示したように、例えば MOCVD法などを用いて、結晶層14の表面にさらに GaNの結晶層を成長させることにより、表面結晶層1 6を形成する。すなわち、中間結晶層14の表面におい て覆われていない面からGaNの結晶を成長させ、第2 る。 表面結晶層 16の厚さは例えば8μmである。この ようにして、図1 (F)に示したような結晶基板10が

40

[0022] ここで、結晶基板10は、本発明における 「結晶基板」の一具体例または「結晶膜」の一具体例に 対応する。また、下地結晶層12、中間結晶層14およ び表面結晶層 16を合わせたものが、本発明における

おける「構成部分」の一具体例に対応する。さらに、下 ターン1 3および第2のマスクパターン1 5は、本発明 ストライプ130およびストライプ150は、本発明に は、本発明における「下地層」、「中間層」および「表 の「複数のパターン」の一具体例に対応する。加えて、 地結晶層12、中間結晶層14および表面結晶層16 面隔」の一具体例にそれぞれ対応する。

クパターン13と第2のマスクパターン15の形状を説 クパターン13では、ストライプ130の幅 d1 が5 μ m、その間隔d2が4μmであり、両者を合わせた配列 15では、ストライプ150の幅 43 が4 μ m、その間 隔d゚が4μmであり、両者を合わせた配列周期p2は 図2に符号Rで示したように、一方のマスクパターンの [0023] 図2は、結晶基板10における第1のマス 明するための斯面図である。前述のとおり、第1のマス 周期p1 は9μmとなる。また、第2のマスクパターン 8 μπとなる。第1のマスクパターン13と第2のマス 関ロ部と他方のマスクパターンのストライプとが重なり 合う領域が生じる。この領域R上に、以下に説明するよ クパターン15の配列周期が互いに異なっているため、 うに半導体レーザ落子を形成する。

子100は、次のようにして形成する。まず、結晶基板 10の表面に、例えばMOCVD法などを用いてSiを 所定量ドープしたGaN膜を成長させることにより、n 次に、n型コンタクト層101の上にSiを所定量ドー クラッド層102の上にSiを所定量ドープしたGaN 膜を成長させることにより、n型GaNからなるガイド I n N膜を形成し、多重量子井戸構造の活性層104を 【0024】図3は、結晶基板10を用いて形成した半 草体レーザボチ100の断面図である。 半導体レーザ素 プしたAIGaN膜を成長させることにより、n型AI 層103を形成する。次に、ガイド層103の上にGa 型GaNからなるn型コンタクト層101を形成する。 GaNからなるクラッド層102を形成する。続いて、

キャップ層105の上にMgを所定量ドープしたGaN a N膜を形成することにより、p型GaNからなるp型 チング法によりストライプ状にパターンニングし、いわ 【0025】続いて、活性層104の上にMgを所定量 ドープしたAIGaN膜を形成することにより、p型A 膜を成長させることにより、 p 型G a Nからなるガイド 届106を形成する。続いて、ガイド国106の上にM り、p型AlGaNからなるクラッド層107を形成す る。クラッド層107の上にMgを所定量ドープしたG コンタクト層108を形成する。続いて、p型コンタク ト暦108およびクラッド暦107を例えばドライエッ g を所定量ドープしたAIGaN膜を形成することによ | GaNからなるキャップ暦105を形成する。次に、 ゆるレーザーストライプを形成する。

【0026】続いて、n-電極111を形成する位置に

20

[結晶] の一具体例に対応する。また、第1のマスクパ

電極111は、Ni (ニッケル)、PtおよびAuを積 お、n-電極110は、Ti (チタン)、Al (アルミ 104、キャップ層105、ガイド層106、クラッド ラフィ法などにより除去し、n型コンタクト層101を 路出させる。続いて、表面全体を絶縁膜112で覆うと 共に、n-電極110とp-電極111を形成する。な ニウム)、 P t (白金) およびA u (金) を視層して加 対応して、クラッド帰102、ガイド帰103、活性層 層107およびD型コンタクト層108をフォトリング 熱処理により合金化した構造を有している。また、p-層して加熱処理により合金化した構造を有している。

高く、両ガイド層103,106の間で光を閉じこめる 【0027】このようにして、図3に示したような半導 ターン15のストライプとが重なり合う領域の上部に形 成されている。なお、活性層104の上下に位置するガ 体レーザ素子100を得ることができる。 発光領域であ p型コンタクト層108とクラッド層107) は、結晶 基板10において第1のパターン13の関ロと第2のパ **るワーザストライプ (すなむち、パターソニングされた** イド層103, 106は、活性層104よりも屈折率が 構造になっている。

20

体、n-電極110およびp-電極111は、本発明に 【0028】なお、半導体レーザ素子100は、本発明 における「デバイス」の一具体例に対応し、

1型コンタ クト層101からp型コンタクト層108までの積層 おける「恭子膜」の一具体例に対応する。

げる。このとき、第1のパターン13と第2のパターン* の成長に伴って基体11の表面にほぼ直交する方向に延 下地結晶層12との界面で発生し、下地結晶層12など 【0029】次に、第1の実施の形態による効果につい て説明する。図2に符号Tで示した転位は、基体11と

0. 1 μm<p1 ×p2 / | p2 - p1 | <5000 μm··· (1) は、第1のマスクパターン13は第1の実施の形態と全 う構成されている。例えば、第2のマスクパターン15 スクパターンの形状が異なる以外は、第1の実施の形態 と同様である。以下、第1の実施の形態と同一の構成要 【0033】図4は、第1の変形例に係る結晶基板10 く回様に形成されているが、第2のマスクパターン15 52と、間隔5μmで配列された幅7μmのストライプ 154とを有している。この場合、ストライプ152の 配列周期 pa は 9 μ m となり、ストライプ 1 5 4 の配列 周期p1 は12μmとなる。これら2種類のストライプ は規則的に組みあわせても良いしランダムに組みあわせ [0032] [第1の変形例] 次に、本実施形態の第1 の変形例について説明する。この変形例では、第2のマ Aは、配列周期の異なる2種類のストライプを有するよ Aは、回隔5μmで配列された幅4μmのストライプ1 Aの財面形状を表す図である。この結晶基板10Aで 茶には同一の符号を付し、その詳細説明は省略する。

特別2001-158698

9

*15が結晶基板10の厚さ方向に互いに重なり合わない 領域(すなわち、一方のパターンの関ロ部と他方のパタ ーンのストライプとが重なり合う領域) Rでは、転位の 一部は第1のマスクパターン13のストライプ130に よって成長を阻まれ、残りの転位は第2のマスクパター なわち、この領域Rにおいては、転位が結晶基板10の ン15のストライプ150によって成長を阻まれる。 **表面に達することが確実に防止される。**

【0030】さらに、第1のマスクパターン13の配列 周期 p1 と第2のマスクパターン15の配列周期 p2 が 異なっているため、そのストライプ130およびストラ 1のマスクパターン13と第2のマスクパターン15と が重なり合わない領域Rを生じさせることができる。従 って、第1のマスクパターン13と第2のマスクパター ン15を正確に位置決めする必要がなくなり、それだけ **製造が簡単になる。つまり、製造工程を複雑にすること** なく、質過転位の無い高品質の結晶基板を得ることがで イプ150が互いに平行になるようにしさえすれば、 01

[0031] なお、第1のマスクパターン13のストラ イプ130の配列周期 p1 と第2のマスクパターン15 ストライプ150の配列周期p2は、必要に応じて適宜 設定することができる。例えば、半導体レーザ茶子10 0を製造する場合、結晶基板10上に形成するレーザス トライプ (クラッド暦107およびp型コンタクト暦1 08) 同士の問隔は1μm以上5mm以下であるが、こ の1μm以上5mm以下の範囲に貫通転位のない領域R を1箇所ないし10箇所設けるには、第1のマスクパタ スクパターン15のストライプ150の配列周期 p1 が ーン13のストライプ130の配列周期p1 と第2のマ 以下の (1) 式を満たすようにする。 【0034】このように、第2のマスクバターン15A が複数の配列周期の異なる2種類のストライプを有する ようにしたため、第1のマスクパターン13と第2のマ スクパターン15Aを互いのストライプが平行になるよ うにしさえすれば、第1のマスクパターン13と第2の マスクパターン15Aとが重なり合わない領域Rを生じ させることができる。この領域Rでは、第1の実協の形 位と同様、黄通転位の発生を確実に防止することができ る。従って、製造工程を複雑にすることなく、貫通転位 の無い高品質の結晶基板または結晶膜を得ることができ [0035] なお、この変形例では、第2のマスクパタ プを有するようにしたが、配列周期の異なる3 程類以上 のストライプを有するようにしても良い。さらに、第1 のマスクパターン13が配列周期の異なる複数種類のス **ーン15Aが複数の配列周期の異なる2種類のストライ** トライプを有するようにしても良い。

[0036] [第2の変形例]次に、本実施形態の第2

20

8

特開2001-158698

の変形例について説明する。この変形例では、第2のマスクパターン15の形状が異なる以外は、第1の実施の形態と同様である。以下、第1の実施の形態と同一の構成の表には同一の符号を付し、その詳細説明は省略す

【0037】図5は、第2の変形例に係る結晶基板10 Bの時面形状を表す図である。第1のマスクパターン1 3は、第1の支越の形態と全く同様に構成されている。 一方、第2のマスクパターン15日は、鞣接するストライグの同隔を2種類有している。すなわち、第2のマスライグの旧版を2種類有している。すなわち、第2のマスクパターン15日は、例えば4μ四間隔で配列された幅5μmのストライブ156を有しているが、図中Sで示したように、ストライブ156の開係が異なる(例えば7μmとなっている)部分が設けられている。このようにストライブ156の周隔が異なる部分は規則的に設けても良いしランダムに設けても良い。

[0038] このように、第2のマスクバターン15Bにおいて、ストライプ156の間隔が他と異なる部分を設けたので、第1のマスクバターン13と第2のマスクバターン15Bを互いのストライブが平行になるようにしさえすれば、第1のマスクバターン13と第2のマスクバターン15Bとが重なり合わない領域Rを生じさせることができる。すなわち、製造工程を複雑にすることなく、貫通特位の無い商品質の結晶基板はたは結晶膜を得ることができる。

[0039]なお、第2のマスクパターン15Aには、ストライプ156の間隔が他と異なる部分を設ける代わりに、ストライプ156の幅が他と異なる部分を設けても良い。また、第1のマスクパターン13に、ストライプ130の間隔または幅が他と異なる部分を設けても良プ130の間隔または幅が他と異なる部分を設けても良

[0040] [第3の変形例] 次に、本実施形態の第3 の変形例について説明する。図6は、第3の変形例に係 る結晶基近10Cの構成を設す図である。この変形例 は、第1のマスクパターン13Cと第2のマスクパター ン15Cの形状が異なる以外は第1の実施の形態と同様 である。以下、第1の実施の形態と同一の構成要素には 同一の符号を付し、その詳細説明は省略する。なお、図 6において、表面結晶層16は図示を省略する。

[0041] 図6に示したように、第1のマスクバターン13Cは、菱形のマスク第137と、そのマスク部137屆回回間口部138からなっている。マスク部137は、小さい方の内角 91が60。で大きい方の内角 62が120。の菱形形状を有しており、その2組の辺に平行な2方向(以下、a方向およびb方向とする。)においてそれぞれ等間隔に配別されている。第2のマスクバターン15Cは、菱形の周口部157と、その間口部157は、小さい方の内角 91が60。で大きい方の内角 91が120。の菱形形状を有しており、その2組 約120。の菱形形状を有しており、その2組

の辺が上記。方向およびも方向にそれぞれ一致するよう に形成されている。また、関ロ部157は上記。方向お よびも方向にそれぞれ等間隔に配列されている。 【0042】第1のマスクパターン13Cのマスク部1

37は、a方向およびも方向において共通の配列周期り を右している。また、第2のマスクパターン15Cの 国口部157は、a方向およびも方向において共通の配列周期り2を右している。各ペターンのa方向における 配列周期とも方向における配列周期が同じであるため、 第1のマスクパターン13Cのマスク部137と第2のマスクパターン15Cの国口部157とが重なり合う領域が、a方向とb方向のいずれにおいても同じ間隔で生じる。例えば、配列周期り1を8μmとし、配列周期り1を9μmとし、配列周期り1を9μmとがイターン13Cのマスクポターン13Cのマスク部137と第2のマスクパターン13Cのマスク部137と第2のマスクパターン15Cの国口部157とが重なり合う領域は、a方向とb方向のいずれに 【0043】図7は、図6に示した結晶基板10Cのa方向に沿った財団図(A-A所面図)であり、これはも方向に沿った財団図(B-B断面図)と同じである。図7に示したように、一方のマスクパターンのマスク部と他方のマスクパターンの関口部とが重なり合う領域Rは、転位が結晶基板10Cの表面まで造しない領域、すなわち質過転位のない領域となる。

おいても72μm毎に生じる。

[0044] このように、この変形例によると、第10マスクパターン13Cと第2のマスクパターン15Cを、回転方向に位置合わせして(すなわち、マスク部137おにして)重ね合わせるだけで、マスク部137と間口部157が重なり合う領域がa方向およびになら方にだった例において例えば72μ間間で現れるようになる。彼って、第10マスクパターン13Cと第2のマスクパターン15Cの位置合わせが簡単になる。

【0045】なお、マスク部137および関口部157の形状は、菱形以外では、三角形(特に正三角形)、六角形(特に正三角形)、かるいは平行四辺形(特に、60°または90°の内角を持つ平行四辺形)であることが望ましい。さらに、一方のマスクバターンのマスクバターとのマスク部は、一方のマスクバターとの方向において同じ間隔で(あるいは、一方向における回隔が、他の方向における回隔の整数倍になるように) 現れるようにすることが望ましい。

40

よっに) 現れるよっにすることが当ましい。 【0046】[第4の変形例] 次に、本実施の形態の第 4の変形例について説明する。第1の実施の形態および その第1ないし第3の変形例では、図1 (F) に示した ように基体11および結晶層12, 14, 16を一体と したものを結晶基板10とした。しかしながら、基体1 1と幾つかの結晶層を徐去して、表面結晶隔16のみか らなる結晶基板、(あるいは、表面結晶隔16と他の結 晶層からなる結晶基板)を得ることができる。なお、基 晶層からなる結晶基板)を得ることができる。なお、基

体11などを除去する方法としては、例えばレーザ光を 照針する方法、超音波により振動を与える方法などがあ る。このようにして製造された結晶基板を用いて半導体 レーザ素子を形成することも可能である。図 8 は、装面 結晶風 16のみからなる結晶基板 10 Dを用いて形成し た半導体レーザ素子 10 O Aの一例を表す時面図であ る。結晶基板 10 D上に形成されている各素子属は、図 3に示した第1の実施の形態と同様に構成されている。 [00 4 7] [第2の実施の形態] 次に、未発明の第2 の実施の形態に係る窒化物系 11 I - V 核化合物の結晶 製造方法について説明する。図 9 および図 10 は、本実 施の形態に係る窒化物系 11 I - V 核化合物の結晶 はの形態に係る窒化物系 11 I - V 核化合物の結晶製造方法の形態に係る窒化物系 11 I - V 核化合物の結晶 なる形態に係る窒化物系 11 I - V 核化合物の結晶製造力法を設明するための工程体の断回図である。

[0048] 図9 (A) に示したように、第1の尖髄の形態と同様、倒えばA12 03 からなる基体21を用いる。なお、基体21の材料としては、A12 03 の他に、Si、SiC、GaAs、MgA12 04、LiGaO およびGaNを用いることができる。

[0049]次に、図9(B)に示したように、基体210上に、例えばMOCVD並、MBE法あるいはその他の気相成長法を用いてGaNを結晶成長させることにより、下地結晶屋22を形成する。

20

【0050】続いて、図9(C)に示したように、下地結晶層22の表面に例えばスペッタ法によりS102およびSi3N4の2層からなる版をこの順に独短形成し、フォトリングラフィー法およびドライエッチング法により、第10マスクパターン23を形成する。第10マスクパターン23を形成する。第10マスクパターン23は、4ルの同隔を開けて配置された幅5μmの多数の平行なストライブ230を右しており、4ストライブ230に33を含んでいる。このストライブ230の配列周期は9μmとなる。

[0051]次に、図9(D)に示したように、第10マスクパターン23を窓として倒えばドライエッチングを行い、下地結晶層22の第10マスクパターン23に殴われていない部分を選択的に除去する。エッチング深さは、下地結晶層22を基体21に達するまで除去するに十分な深さとする。なお、ドライエッチングは、例えばRIE (Reactive Ion Etching: 反応性イオンエッチング) 法を用いて行うのが望ましい。

[0052] 次に、図9(E) に示したように、下地結晶屋22上に、例えばMOCVD社などを用いてGaNの結晶を成長させることにより、中間結晶屋24を形成する。このとき、中間結晶層24は、下地結晶層22に形成されたエッチング溝の側面から主に成長する。中間結晶層24は、第1のマスクパターン23を完全に覆う結晶層24は、第1のマスクパターン23を完全に覆う

【0053】続いて、図9(F)に示したように、中間 結晶隔24の表面に、例えばスパッタ法によりSiO2

厚さまで成長させる。

20

からなる版を形成し、フォトリソグラフィー法およびドライエッチング法によりパターニングして第2のマスクパターン25を形成する。第2のマスクパターン25は、4μmの間隔で配列された幅4μmの多数のストライプ250の配列周級は8μmとなる。

【0054】次に、図9(G)に示したように、第2のマスクパターン25を窓として例えばR1E近によるドライエッチングを行い、中間結晶M24の第2のマスクパターン25に覆われていない部分を選択的に除去する。エッチング深さは、中間結晶M24を第1のマスクパターン23に達するまで除去するに十分な深さとする。このとき、上述の第1のマスクパターン23がエッチングストッパーとなるため、中間結晶M24の第1のマスクパターン23がエッチングストッパーとなるため、中間結晶M24の第1のマスクパターン23がエッチングストッパーとなるため、中間結晶M24の第1のマスクパターン23より下の部分は除去されない。

[0055] 次に、図10 (A) に示したように、例えばフッ化水素水を用いて、SiOnからなる第2のマスクパターン25 (図9 (G)) を完全に除まする。このとき、第1のマスクパターン23のうちSiOn からなる上屋23bが除去され、Si3 Niからなる下屋23aは除去されずに残る。

[0056]続いて、図10(B)に示したように、例えばMOCVD法などを用いて、中間結晶層24の安面はよび周囲にさらにGaNの結晶層を成長させ、表面結晶層26は、中間結晶層24に形成されたエッチング海の側面から主に成長する。このようにして、図10(B)に示したような結晶基位20が形成され、この結晶基位20支面に半導体レーザ素子を構成する多層酸を成長させる。半導体レーザ素子を構成する多層酸の形成工程は、図3に示した第10次域の形態と同様であるため、その説明は省略する。なお、この結晶基位20は結晶膜であっても良い。

[0057]なお、本実施の形態では、基体21および 結晶層22,24,26が一体となったものを結晶基板 20としたが、基体21と下地結晶隔22および中間結 品層24を(あるいは、さらに表面結晶層26の一部 を)除立することによって、結晶性の良好な支面結晶層 26のみからなる結晶基板を形成することもできる。ま た、このようにして形成された結晶基板を用いて半導体 レーザ素子などを形成することも可能である。

[0058] ここで、結晶基板20は、本発明における 「結晶基板」の一具体例、または「結晶版」の一具体例 に対応する。また、下地結晶層22、中間結晶層24お よび表面結晶層26を合わせたものが、本発明における 「結晶」の一具体例に対応する。また、第1のマスクバ ターン23およびエッチングされた中間結晶層24は、 本発明における「投数のバターン」の一具体例にそれぞ れ対応する。加えて、ストライブ230およびストライ プ250は、本発明における「構成部分」の一具体例に それぞれ対応する。さらに、下地結晶層22、中回結晶

20

22のエッチング溝の側面から成長するため、下地結晶 る。図9 (E) において、基体21と下地結晶層22と の界面で発生した転位(図示せず)は、下地結晶層22 などの成長に伴って基体21の表面にほぼ直交する方向 に延びる。しかしながら、中間結晶層24は下地結晶層 層22中に存在する転位が中間結晶層24に伝播しにく 【0059】次に、本実施の形態の効果について説明す

様、結晶基板20には貫通転位が殆ど無い領域Rが形成 【0060】また、第1のマスクパターン23のストラ ン25の隅口部とが重なり合う領域)では、中間結晶層 24のストライプ230の上部に位置する部分が除去さ れる。従って、表面結晶層26に転位が伝播する可能性 イプ230の上から新しい転位が延びたとしても、図9 (G) に符号Rで示した領域(すなわち、第1のシスク パターン23のストライプ230と第2のマスクパター が極めて少なくなる。従って、第1の実植の形態と同

【0061】また、第1のマスクパターン23のストラ 工程を複雑にすることなく、貫通転位のない結晶基板ま イプ230の配列周期と第2のマスクパターン25のス トライプ250の配列周期が異なっているため、両マス クパターンのストライプ230およびストライプ250 **合う領域Rを生じさせることができる。すなわち、製造** パターン23および第2のマスクパターン25が重なり が互いに平行になるようにしさえすれば、第1のマスク たは結晶膜を形成することができる。

【0062】第1の実施の形態と同様、第1のマスクパ ターン23のストライプ230の配列周期p1 と第2の 列周期 p2 は、例えば上述の (1) 式を満足するように 適宜設定することができる。また、第1の実施の形態の マスクパターン25の第2のマスクパターン250の配 第1の変形例ないし第4の変形例については、いずれも 第2の実施の形態に適用することができる。

の実施の形態に係る窒化物系 1 1 1 - V 族化合物の結晶 製造方法について説明する。図11は、本実施の形態に [0063] [第3の実施の形態] 次に、本発明の第3 係る窒化物系 I I I - V 族化合物の結晶製造方法を説明 するための工程毎の財面図である。

40

1 (B) に示したように、結晶基板31の上に、例えば MOCVD法、MBE法あるいはその他の気相成長法を 用いてGaNを結晶成長させることにより、下地結晶層 【0064】図11 (A) に示したように、第1および 第2の実施の形態と同様、窒化物系ⅠⅠⅠ−Ⅴ族化合物 であるGaNと格子定数および熱膨張係数が近い例えば A11 O3 からなる結晶基板31を用いる。次に、図1

【0065】続いて、図11 (C) に示したように、例 プ状の凹部330を多数形成することにより、第1の凹 凸パターン33を形成する。1の第1の回凸パターン3 3の回部330は、一方向に4μmの間隔を開けて形成 えばドライエッチングにより下地結晶層32にストライ された幅 5 μ m の 平行なストライプ状に形成されてお り、その配列周期p1 は9μmとなる。 【0066】次に、図11 (D) に示したように、下地 結晶層32の表面に例えばMOCVD法などを用いてG 続いて、図11 (E) に示したように、例えばドライエ ッチングにより中間結晶層 3 4の表面にストライプ状の 凹部350を多数形成し、第2の凹凸パターン35とす る。この第2の凹凸パターン35の凹部は、第1の凹凸 パターン33と平行な方向に4ヵmの間隔を開けて形成 a Nの結晶層を成長させ、中間結晶層34を形成する。 された幅4 nmの平行なストライプ状に形成されてお り、その配列周期 p2 は8 μ m となる。

【0067】続いて、図11(F)に示したように、例 えばMOCVD法などを用いて、中間結晶層34の表面 にさらにGaNの結晶層を成長させ、表面結晶層36と する。このようにして、図11 (F) に示したような結 晶基板30が形成され、この結晶基板30の表面に半導 体レーザ茶子を構成する多層膜を成長させる。半導体レ 一ザ素子を構成する多層膜の形成工程は、図3に示した 第1の実施の形態と同様であるため、その説明は省略す る。なお、結晶基板30は結晶膜であっても良い。

20

安面結晶層36は、本発明における「下地層」、「中間 [0068] ここで、結晶基板30は、本発明における 「結晶基板」の一具体例、または「結晶膜」の一具体例 に対応する。また、下地結晶層32、中間結晶層34お よび表面結晶層36を3層合わせたものが、本発明にお ける「結晶」の一具体例に対応する。さらに、第1の凹 凸パターン33および第2の凹凸パターン35は、本発 本発明における「構成部分」の一具体例にそれぞれ対応 する。さらに、下地結晶層32、中間結晶層34および 1 (F) を参照して説明する。第1の回凸パターン33 と第2の凹凸パターン35の配列周期が互いに異なって いるため、図11 (F) に符号Rで示したように、第1 の国凸パターン33と第2の回凸パターン35とが重な 【0069】次に、本実施の形態の効果について、図1 明における「複数のパターン」の一具体例に対応する。 加えて、ストライプ330およびストライプ350は、 **層」および「表面層」の一具体例にそれぞれ対応する。**

かしながら、上記の領域Rでは、転位の一部は第1の回 方向に曲げられる。また、転位の残りの部分は第1の回 【0070】 基体31と下地結晶層32との界面で発生 した転位 (図示せず) は、下地結晶層32などの成長に 伴って基体31の表面にほぼ直交する方向に延びる。し 凸パターン33の凹部330によってその成長方向が横 り合わない領域が生じる。

なほ2001-158698

9

0によって成長方向が横方向に曲げられる。従って、第 **凸パターン33の回部以外の部分(ナなわち凸部)を過** 過して成長するが、第2の凹凸パターン35の凹部35 1および第2の実施の形態と同様、結晶基板30には貫 **通転位が殆ど無い領域Rが形成される。**

ン33および第2のマスクパターン35が重なり合う領 域Rを生じさせることができる。すなわち、第1および 第2の実施の形態と同様、製造工程を複雑にすることな 【0071】また、第1の凹凸パターン33の配列周期 と第2の凹凸パターン35の配列周期が異なっているた め、両凹凸パターンの凹部330および凹部350が瓦 いに平行になるようにしさえすれば、第1の凹凸パター く、貫通転位のない結晶基板または結晶脳を形成するこ

を奏する。

形例については、いずれも第3の実施の形態に適用する ーン35の凹部350の配列周期p2は、例えば上述の 【0072】第1の実施の形態と同様、第1の凹凸パタ ーン33の凹部330の配列周期p1 と第2の凹凸パタ また、第1の実施の形態の第1の変形例ないし第4の変 (1) 式を満足するように適宜設定することができる。

【0073】以上、いくつかの実施の形態を挙げて本発 **値の形態では、活性層とクラッド層の間にガイド層が配** 置されたいわゆるSCH (Separate Confinement Heter 明を説明したが、本発明はこれらの実施の形態に限定さ ザ素子を構成する多層膜を形成するようにしたが、半導 スなどを形成することも可能である。また、上述した実 ostructure) 型の半導体レーザ素子を構成する場合につ いて説明したが、他の種々のタイプのレーザ構造に適用 上記の各実施の形態では、結晶基板の表面に半導体レー 体レーザ紫子の代わりに発光ダイオード、半導体デバイ れるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、 することができる。

棋のデバイスの製造方法によれば、結晶の厚さ方向にお 【発明の効果】以上説明したように、請求項1ないし請 ける互いに異なる箇所に形成した複数のパターンを、少 **求項20に記載の窒化物系111−V族化合物の結晶製** 造力法、請求項21に記載の窒化物系111-V族化合 物結晶基板、請求項22に記載の窒化物系111-V族 化合物結晶膜、および請求項23または請求項24に記 なくとも一部では耳さ方向に互いに重なり合い、少なく

の領域を使用することにより貫通転位の無い良質な結晶 (例えば結晶基板または結晶膜)を得ることができると とも一部では厚さ方向に互いに重なり合わないようにし たので、複数のパターンが重なり合わない領域において 転位が結晶の表面に達するのを防止することができ、

Ⅰ Ⅰ − V 族化合物の結晶製造方法を表す工程毎の断面図 [図1] 本発明の第1の実施の形態に係る窒化物系1 [図面の領単な説明]

位置合わせしなくても、複数のパターンが重なり合わな

いう効果を奏する。また、2つのパターンを面内方向に

とができるので、位置決め作業が簡単になるという効果

い領域(すなわち、黄道転位の無い領域)を形成するこ

結晶基板の断面図である。 [図2]

図1に続く工程を表す図である。 [E 🗵] 第1の実施の形態の第1の変形例に係る結晶 基板を表す断面図である。 [図4]

[図5] 第1の実植の形態の第2の変形例に係る結晶 基板を表す断面図である。

20

ことができる。

[図6] 第1の実施の形態の第3の変形例に係る結晶 基板を表す斜視図である。

【図7】 図6の結晶基板を表す時面図である。

第1の実施の形態の第4の変形例に係る半導 体レーザ素子を表す財団図である。 [88]

11-V 族化合物の結晶製造方法を表す工程毎の断面図 【図9】 本発明の第2の実施の形態に係る窒化物系1

図9に続く工程を表す凶である。 [図10]

本発明の第3の実施の形像に係る強化物系 Ⅰ Ⅰ Ⅰ -Ⅴ 族化合物の結晶製造方法を表す工程毎の断面 [図11] 区である。

[符号の説明]

[0074]

13…第1のマスクパターン、14…中間結晶層、15 ・第2のマスクパターン、16… 故面結晶層、20…結 晶基板、21…結晶基板、22…下地結晶層、23…第 1のマスクパターン、24…中間結晶層、25…第2の 10…結晶基板、11…結晶基板、12…下地結晶層、 マスクパターン、2 6 …表面結晶層、3 0 …結晶基板、

31…結晶基板、32…下地結晶層、33…第1の凹凸 パターン、34…中間結晶層、35…第2の凹凸パター ン、36…故固結晶隘、100…斗草体レーザボ子。

-6-

20

32を形成する。

[9]

特開2001-158698

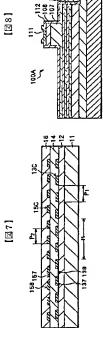
3

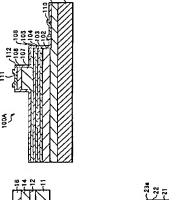
[82]

[図2] [⊠4] 14 中間新品屋 # 2 0513949-> [図1]

[🖾 3]

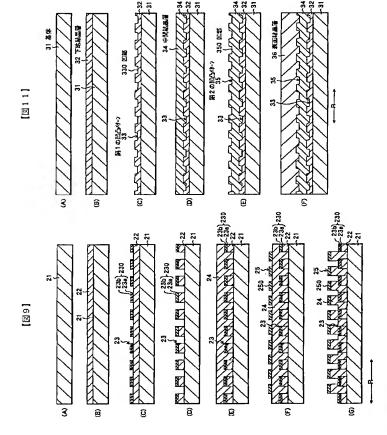
中国陆岛部 14





THE PERSON

[図10]



レロントページの結束

Fターム(参考) 46077 AA03 BB03 BE11 BE14 BE15 DA05 DA11 DB08 ED06 EF04

HA02

5F041 AA40 CA05 CA33 CA34 CA35 CA40 CA46 CA57 CA65 CA66

5F045 AA04 AB14 AB17 AF03 AF04 AF09 BB12 CA12 DA53 DA67 CA74 CA85 CA87

5F073 AA13 AA45 AA74 CA07 CB22

|公報種別]||特許法第17条の2の規定による補正の掲載

部門区分】第3部門第1区分

【発行日】平成18年4月13日(2006.4.13)

公開番号】特開2001-158698(P2001-158698A)

公開日】平成13年6月12日(2001.6.12)

[出願番号] 特顯平11-341637

国際特許分類】

(2006.01) (2006.01) (2006.01) 21/205 33/00 29/38 C 3 0 B H 0 1 T HOIL

C 3 0 B [F]

Д

O

5/343

H 0 1 S

(2006.01)

5/343

H 0 1 S

21/205 33/00 H 0 1 L H 0 1 L

[手統補正告]

提出日】平成18年2月20日(2006.2.20)

手統補正1]

[補正対象書類名] 明細費

発明の名称 | 補正対象項目名|

| 補正方法 | 変更

| 補正の内容]

【発明の名称】盆化物系111-V 族化合物の結晶製造方法、窒化物系111-V 族化合 物結晶基板、窒化物系III-V族化合物結晶膜およびデバイスの製造方法

[手続補正2]

【補正対象書類名】明細書

請永項7 【補正対象項目名】

[補正方法] 変

【補正の内容】

前記複数のパターンのそれぞれにおける前記構成部分を、ストライプ 形状とするようにしたことを特徴とする請求項2記載の塗化物系1 1 1 - V 族化合物の結 [請求項7] 品製造方法

[手続補正3]

【補正対象書類名】明細書

(補正対象項目名)請求項1

【補正方法】変更

【補正の内容】

前記下地層を、前記基体上に選化物系 1 1 1 - V 族化合物を結晶成 長させることにより形成するようにしたこと [請求項15]

を特徴とする請求項11記載の窒化物系111-V版化合物の結晶製造方法。

[手続補正4]

【補正対象書類名】明細書

【補正方法】変更

【補正の内容】

0008

本発明は、かかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、製造が簡単でかつ貫通

【手続補正5】

【補正対象哲類名】明細哲

[補正対象項目名]0021

補正方法】変更

【補正の内容】

[0021]

の表面にさらにGaNの結晶層を成長させることにより、装面結晶層16を形成する。す なわち、中間結晶図14の衣面において第2のマスクパターン15のストライプ150ド よって覆われていない面からGaNの結晶を成長させ、第2のマスクパターン15を完全 に覆う厚さにまで成長させる。表面結晶層16の厚さは例えば8μmである。このように 次に、図1 (F) に示したように、例えばMOCVD法などを用いて、中間結晶图14 して、図1(F)に示したような結晶基板10が形成される。

【中绕插压 6】

【補正対象苔類名】明細苔

0026 【補正対象項目名】

【補正方法】変更

【補正の内容】

[0026]

路出させる。続いて、次面全体を絶縁膜112で覆うと共に、n - 電極110とp - 電極 続いて、n-電極<u>110</u>を形成する位置に対応して、クラッド層102、ガイド⁶03、 3、活性層104、キャップ⁶105、ガイド層106、クラッド層107および p型コ ンタクト層108をフォトリソグラフィ法などにより除去し、n型コンタクト層101を 111を形成する。なお、n - 電極110は、T i (チタン)、A l (アルミニウム)、 また、pー電極111は、Ni(ニッケル)、PtおよびAuを積層して加熱処理により Pt (白金)およびAu(金)を積層して加熱処理により合金化した構造を有している。

合金化した構造を有している。

[手統補正7]

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正の内容】

[0029]

1の表面にほぼ直交する方向に延びる。このとき、第1のマスクパターン13と第2のマスクパターン15が結晶基板10の厚さ方向に互いに重なり合わない領域(すなわち、一 方のパターンの関口部と他方のパターンのストライプとが重なり合う領域)Rでは、転位 の一部は第1のマスクパターン13のストライプ130によって成長を阻まれ、改りの転 基体11と下地結晶層12との界面で発生し、下地結晶層12などの成長に伴って基体1 位は第2のマスクパターン15のストライプ150によって成長を阻まれる。すなわち、 次に、第1の実施の形態による効果について説明する。図2に符号Tで示した転位は この領域Rにおいては、転位が結晶基板10の表面に達することが確実に防止される。

[手続補正8]

【補正対象書類名】明細費

【補正対象項目名】0036

[補正方法] 変更

【補正の内容】

[0036]

[第2の変形例]

JP 2001-158698 A5 2006. 4.13

ල

次に、本実施形態の第2の変形例について説明する。この変形例では、第2のマスクバ ターンの形状が異なる以外は、第1の実施の形態と同様である。以下、第1の実施の形 と同一の構成要素には同一の符号を付し、その詳細説明は省略する。

【手続補正9】

| 補正対象書類名 | 明細書

補正対象項目名】0061

【補正方法】変更

【福正の内容】

また、第1のマスクパターン23のストライプ230の配列周期と第2のマスクパタ ン25のストライプ250の配列周期が異なっているため、両マスクパターンのストラ [0061]

ができる。すなわち、製造工程を複雑にすることなく、貫通転位のない結晶基板または結 プ230およびストライプ250が互いに平行になるようにしさえすれば、第1のマスク パターン23および第2のマスクパターン25が重なり合<u>わない</u>領域Rを生じさせること 品膜を形成することができる。

【手號補正10】

描正対象書類名】明細書

(補正対象項目名)0064

[補正方法] 変更

【補正の内容】

V 族化合物であるG a Nと格子定数および熱膨張係数が近い例えばA120。からなる 基 D法、MBE法あるいはその他の気相成長法を用いてGaNを結晶成長させることにより 図11 (A) に示したように、第1および第2の実施の形態と同様、窒化物系111 0064]

. 下地結晶層32を形成する。 手続補正11]

福正対象書類名】明緬

補正対象項目名】0066

【補正方法】変更

【補正の内俗】

[9900]

次に、図11(D)に示したように、下地結晶層32の表面に例えばMOCVD法など に示したように、例えばドライエッチングにより中間結晶層34の表面にストライプ状の 回部350を多数形成し、第2の回凸パターン35とする。この第2の凹凸パターン35 の回部350は、第1の回凸パターン33と平行な方向に4μmの関隔を開けて形成され を用いてGaNの結晶層を成長させ、中間結晶層34を形成する。続いて、図11(E) た幅4μmの平行なストライプ状に形成されており、その配列周期 p2 は8μmとなる。

【手統補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0071

植正方法】交

【補正の内容】

[0071]

っているため、両回凸パターンの回端330および回端350が互いに平行になるようにしまえすれば、第1の回凸パターン33および第2のマスクパターン35が国なり合わな <u>い</u>領域Rを生じさせることができる。すなわち、第1および第2の実施の形態と同様、製造工程を複雑にすることなく、貫通転位のない結晶基板または結晶膜を形成することがで また、第1の国凸パターン33の配列周期と第2の回凸パターン35の配列周期が異な